

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE DOS COLECTORES SOLARES AUTO-CONTENIDOS Y UN DESTILADOR SOLAR

Francisco García Noriega

462



UAM
TJ812
G3.7



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA
UNIDAD AZCAPOTZALCO

División de Ciencias y Artes para el Diseño

Departamento de Investigación y Conocimiento para el Diseño

**REPORTE DE
PROYECTO DE INVESTIGACION**

**DISEÑO Y FABRICACION DE DOS
CALENTADORES SOLARES AUTOCONTENIDOS Y
UN DESTILADOR SOLAR**

D.I. FRANCISCO GARCIA NORIEGA NIETO



**UNIVERSIDAD AUTONOMA
METROPOLITANA-AZCAPOTZALCO**



**SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y
ECOLOGIA /INSTITUTO SEDUE**

MEXICO, 1988.

2894597

CREDITOS

DR. OSCAR GONZALEZ CUEVAS
RECTOR GENERAL

MTRO. CARLOS PALLAN FIGUEROA
RECTOR DE LA UNIDAD AZCAPOTZALCO

ARO. MANUEL SANCHEZ DE CARMONA
SECRETARIO DE LA UNIDAD
AZCAPOTZALCO

ARO. MA. TERESA OCEJO CAZARES
DIRECTORA DE LA DIVISION
C.YA.D.

DR. JAVIER COVARRUBIAS COVARRUBIAS
JEFE DEL DEPTO. DE INVESTIGACION
Y CONOCIMIENTO

APOYO A LA INVESTIGACION:
MDI. JULIO MUÑOZ MARAÑON

GRUPO DE TRABAJO:
SALVADOR CANEZ GARZA
LUIS ALBERTO G. CANALES
GERARDO GUZMAN RODRIGUEZ
RODRIGO DE LA TORRE
EDUARDO WATANAVE

EN LA EDICION DEL TEXTO
ROSARIO DAVILA ORRANTIA
GEORGINA HERNANDEZ CUETO
SILVIA SALCEDO PEREZ

TIPOGRAFIA:
CONSUELO PEREZ CAMPOS

CONTENIDO

-INTRODUCCION	2
-COLECTOR SOLAR CON ALMACENAMIENTO INTEGRADO (AUTOCONTENIDO)	6
-DESTILADOR SOLAR DE AGUA TIPO PIRAMIDE	18
-APENDICE I	27
-APENDICE II	28
-APENDICE III	33
-APENDICE IV	41
-BIBLIOGRAFIA	61
-CREDITOS	65

INTRODUCCION

La energía del sol puede ser aprovechada de muy diversas formas, en el caso de este proyecto el aprovechamiento está dirigido a dos aspectos diferentes; la primera es en el calentamiento de agua para usarse en actividades domésticas y la segunda en la destilación de aguas contaminadas o salinas por medio del principio de evaporación a través del llamado efecto de invernadero que se explicará más adelante.

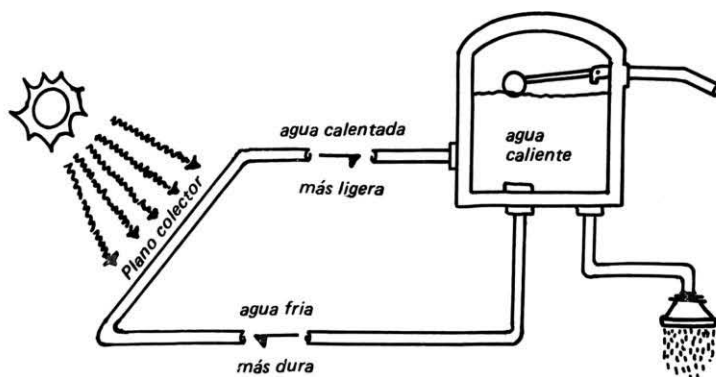
La constante más importante en el uso de este tipo de energía es la recepción directa del sol, de esto dependerá la eficiencia de los sistemas que se apliquen. En zonas con recepción solar menos constante también los sistemas funcionan adecuadamente pero con menor eficiencia. Con respecto al primer grupo señalado anteriormente, el de los calentadores solares, pueden ser clasificados en dos grupos como vemos a continuación;

a) Colección y almacenaje en unidades separadas. Llamados combinados, en los cuales hay una caja colectora que capta la energía solar y la transmite a través de su estructura al agua que circula por él, y que va a almacenarse, luego en un depósito separado.

Se recomienda que el colector, el depósito y la tubería se aislen térmicamente para conservar el agua caliente hasta el momento de ser usada.

El depósito puede estar junto con el colector en la azotea u otra parte alta de la casa. Además, este sistema calienta toda el agua del tinaco por lo que se requiere un tinaco adicional para el agua fría. (fig. 1).

FIG. 1



b) Colección y almacenaje en una sola unidad que son los llamados de auto-contenido, en éstos el depósito-colector es en realidad una sola caja de metal galvanizado, reforzada por fuera, con sus conexiones de entrada y salida de agua construidas herméticamente todo encerrado en una caja aislante.

Para el buen funcionamiento de los aparatos se recomienda:

a) Adecuar una superficie de colección acorde con la cantidad de agua por calentar, que en este caso ya está calculada en las propuestas que se presentan.

b) Colocar el colector hacia el sur, para captar el máximo de insolación al medio día.

c) Inclinar el calentador respecto al plano horizontal de 8 a 18 grados en verano y de 28 a 38 grados en invierno dependiendo de la latitud del lugar, para recibir la mayor cantidad posible de rayos solares en forma perpendicular.

d) Aislar todo el aparato para no perder el calor solar acumulado.

En cuanto al lugar donde deben colocarse se recomienda:

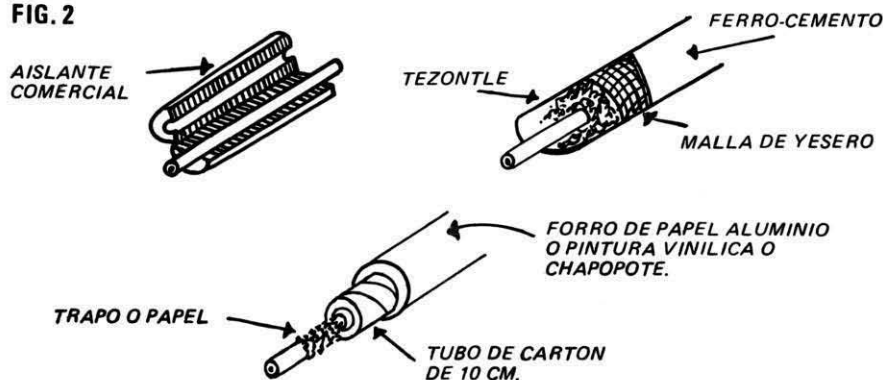
1. Que esté lo más cerca posible del tanque de almacenamiento.
2. Que no esté a la sombra de árboles o bardas que impidan captar el calor del sol.
3. En los casos que sea posible, conviene que el colector y el depósito estén a una altura intermedia para utilizar el agua en la regadera y otros usos.

Para el aislamiento de la tubería se encuentran varias posibilidades, Los aislantes preformados industriales de fibra de vidrio o espuma de poliestireno. (fig. 2)

Otro tipo de aislamiento puede ser por medio de trapos o papeles alrededor del tubo y con tubo de cartón de 10 cms., envolverlos y alrededor del tubo forrar con papel aluminio o pintar con vinílica impermeable o con chapopote. (fig. 2)

El último tipo de aislante que se propone es forrar el tubo con tezontle y malla de yesero y finalmente cubrir esto con cemento. (fig. 2)

FIG. 2



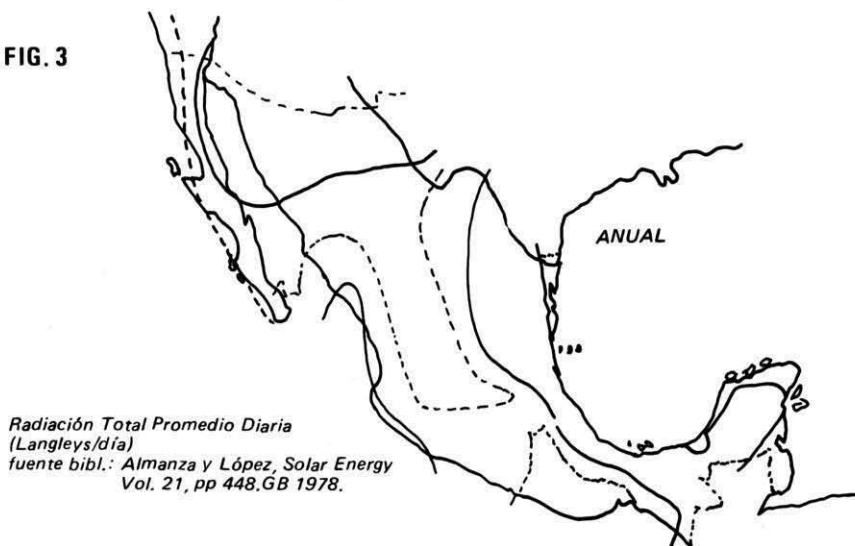
Otras consideraciones generales que se tienen que tomar en cuenta son que en casas con buena presión de agua, se deberá colocar un depósito de agua con flotador para dotar al colector de agua. Si no se tiene agua entubada, es conveniente tener un depósito alimentador junto al colector para que éste nunca se vacíe por completo, también se recomienda colocar una llave de paso entre el depósito y el colector.

La altura del nivel de agua del depósito de almacenamiento sobre el colector nunca debe de ser mayor de 40 ó 50 cms., pues la presión del agua puede afectar el sellamiento interno.

El colector no debe de conectarse directamente a la presión de la red de agua, pues ésta puede llegar a ser muy alta. (algunos datos y recomendaciones anteriores fueron sacados de la cartilla de energía solar editada por la DGEU-SAHOP 1979).

A continuación se presenta el promedio anual de insolación en la República Mexicana, sacada de una nota técnica del Solar Energy vol. 21, pág. 441-448 mandado por el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, por R. Almanza y S. López (2) y se presentará en un anexo al final de este reporte la insolación mensual. (Fig. 3)

FIG. 3



COLECTOR SOLAR CON ALMACENAMIENTO INTEGRADO (AUTOCONTENIDO)

La necesidad de elaborar este proyecto surge después de la evaluación de un primer prototipo elaborado a petición del Instituto SEDUE por contratistas externos del Colegio de Diseñadores y del Instituto Mexicano de Tecnologías Apropriadas (3), de esta primera experiencia se esbozaron los siguientes requerimientos:

- El sistema de aparato debe de funcionar por medio del principio llamado efecto de la placa de desviación (of the baffle plate).(4)

- Que el aparato tenga las inclinaciones de la República Mexicana correspondientes a los promedios generales según las latitudes.

- Desarrollar dos propuestas para 40 litros y para 100 litros.

- Que las propuestas se acoplen al proceso de fabricación de "PADSA" (PLASTICOS DINA, INDUSTRIA PARAESTATAL), especializada en un buen porcentaje a la transformación de la fibra de vidrio reforzada con políester.

Estas fueron las cuatro restricciones que se impusieron fundamentalmente y con las que iniciamos nosotros este proyecto.

Para entender a fondo este proyecto se consultó información teórica proporcionada por parte del Instituto SEDUE, además de que se consultaron otras fuentes como ésta, citadas en la bibliografía de este documento, so-

bre todo material correspondiente a colectores solares autocontenidos. En base al análisis de el material consultado y de recomendaciones personales definimos los requerimientos propios de estos colectores, que son los siguientes:

- Sustituir la tapa superior que se ha usado en muchas propuestas para aislamiento nocturno, por el uso de doble vidrio, para evitar también manobras al usuario.
- Posibilitar el armado y desarmado del aparato para mantenimiento preventivo, o correctivo en el caso de sustitución de piezas que llegaran a averiarse.
- Instalación de vidrios en marco independiente.
- Sistema interno aislado y sellado totalmente para obtener óptimos resultados.
- Crear un elemento que sustente al sistema y que a través de él sedan las inclinaciones al aparato.
- Crear un sistema de signos apropiado para que el usuario entienda fácilmente la función del aparato.

La solución del proyecto fue la resultante de los requerimientos establecidos por el Instituto SEDUE y de los requerimientos anteriores, además de que se tomó la decisión desde este momento que las dos alternativas 40 y 100 litros serían iguales y sólo habría una variación en la escala de las dos.

Este tipo de colectores auto-contenidos se caracterizan por almacenar el agua que van calentando a diferencia de los de *serpentín*, en los cuales el agua hace un recorrido lineal por una superficie tubular de algún material altamente conductivo como el cobre o el fierro, además de estar pintado de negro que es el color que más absorbe calor, los aparatos propuestos

se compone de las siguientes partes:

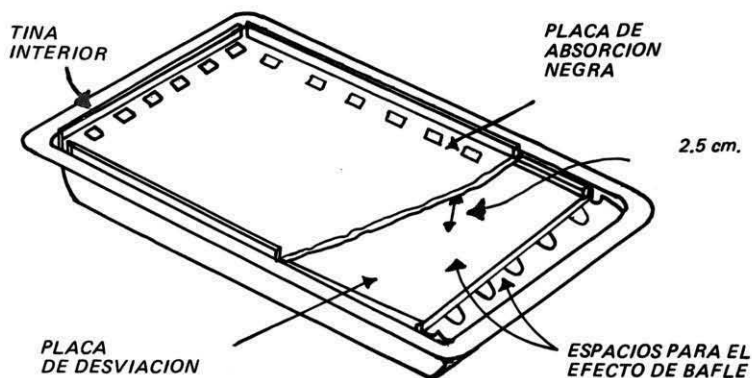
- Tina interior
- Tina exterior
- Charola placa de absorción
- Charola placa de desviación
- Pata portante del aparato
- Marco independiente con vidrios
- Elementos de unión
- Tuberías de entrada y salida de agua

La tina interior es el elemento en el cual se almacena el agua, además de soportar las charolas de absorción y placa de desviación así como el marco independiente con vidrios. Se propone su elaboración en una sola pieza de fibra de vidrio reforzada con políester y un acabado interior liso color blanco para facilitar las maniobras de limpieza, al mismo tiempo de que se evite que se almacene suciedad.

Como puede notarse en la figura 4, la superficie de apoyo de la placa de desviación no toca hasta las orillas, y hay un espacio de 2.5 cms., esto es con el fin de permitir que el agua circule entre la placa de absorción y la placa de desviación, generándose con esto diferentes propiedades que ayudan a optimizar la función del aparato. Lo que sucede es lo siguiente: la radiación solar es absorbida por la superficie ennegrecida de la placa de absorción después de la transmisión, a través de la cubierta de cristal, y una parte de la misma es conducida hacia la columna de agua superior, el resto se pierde en los alrededores por radiación y por conducción. El calor de la columna superior es transferido a la columna inferior por conducción a través de las aberturas. El balance de energía para la placa de absorción y las columnas de agua superior e inferior se presentan en el estudio sobre el efecto de la placa de desviación presentado en el Energy Convers por Tiwari y Dhiman (4), del cual se presentan las siguientes conclusiones:

1.- La utilización de una placa de desviación mejora las características funcionales del sistema durante las horas sin luz solar.

FIG. 4



2.- Aumentando el área de abertura, el sistema ofrece, marginalmente, un mejor funcionamiento durante todo el tiempo para la columna de agua inferior y viceversa durante las horas de luz solar para la columna de agua superior.

3.- Aumentando la masa de la columna superior de agua, (conservando la masa total del agua constante en el tanque) no se nota mucho cambio en la función de la columna inferior de agua pero la columna superior ofrece mejores resultados en las horas sin luz solar.

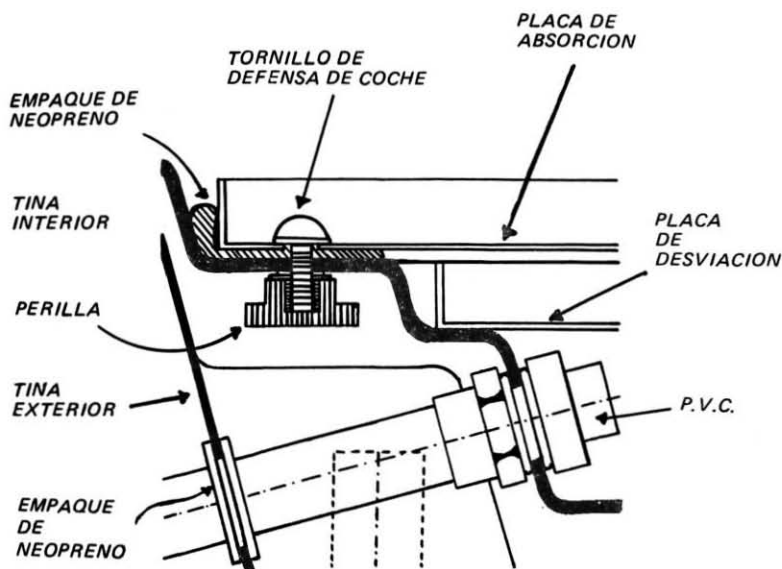
4.- La más alta temperatura deseable puede obtenerse sin el retiro de agua de la columna superior debido a la menor pérdida térmica.

5. Los resultados del sistema pueden ser mejorados cubriendo el sistema durante la noche por medio de aislamiento.

Las placas de absorción y desviación son de lámina galvanizada calibre 18, (Fig. 6). La primera requiere de un doblez en el perímetro para evitar deformaciones en el momento de atornillarla a la tina, y las perforaciones para

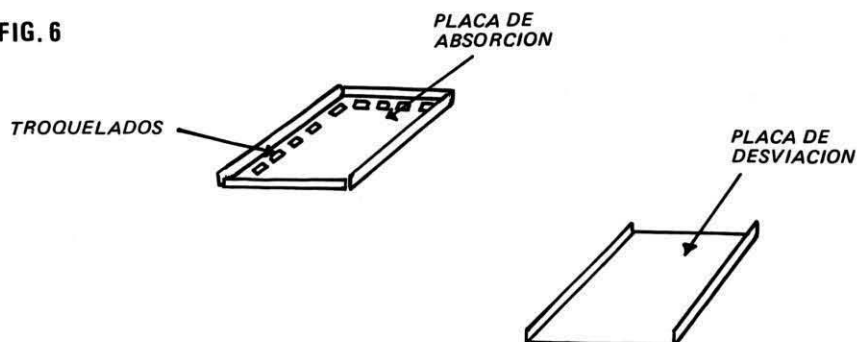
insertar los tornillos en la lámina se producen por troquelado ya que el tornillo propuesto es de defensa de coche que tiene base cuadrada, y es conveniente que la lámina también tenga perforaciones cuadradas, con lo que se asegura que el tornillo no se barra a la hora de hacer presión por medio de unas perillas manuales que tienen ahogadas las tuercas, esto se propone con el fin de facilitar el armado y desarmado. (Fig. 5). El acabado superficial que se propone es la pintura electrostática ó la horneada, (que son altamente resistentes a la humedad) en color negro mate que tiene la cualidad de un 99 % de absorción a las radiaciones solares.

FIG. 5



La placa de desviación también es de lámina galvanizada pintada en color negro mate como se mencionó anteriormente. Esta sólo requiere de un doblez para reforzarse en los lados largos de la misma, Fig. 6.

FIG. 6

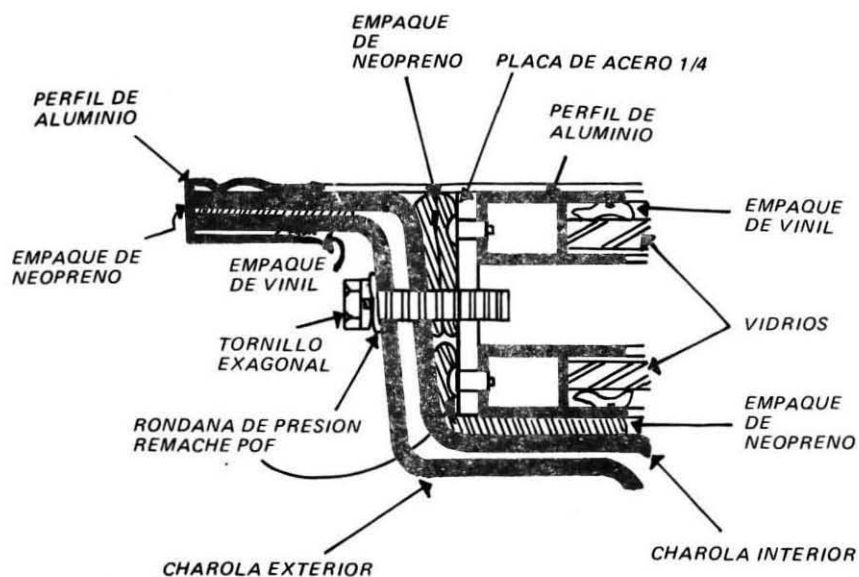


Estos tres elementos, tina interior y placas forman el tinaco que almacena el agua que está totalmente sellado por todo el perímetro por un empaque de neopreno espumado de 2" x 1/4", que es presionado por la placa de absorción cada 20 cm., debido a la presión ejercida por los tornillos mencionados anteriormente, generándose con esto un elemento totalmente aislado. También en el sellado de las tuberías de entrada y salida de agua se tienen empaques para evitar que haya fugas de agua.

Para aislar totalmente del exterior a la tina interior se pensó en dos elementos más que actúan a manera de emparedado. El primero, es el que genera el llamado efecto de invernadero, que se da con la propiedad que tienen los cristales y algunos plásticos laminados que son transparentes a la luz solar, pero que actúan atrapando las longitudes de onda infrarroja radiándolas sobre la placa de absorción. En estos colectores se usan dos cristales de 6mm. templados, los cuales se encuentran montados sobre un marco que está compuesto de solera de fierro y perfiles de aluminio, (Fig. 7), habiendo una separación entre cristal y cristal de 2.5 cm. que es lo recomendado,

este marco actúa como elemento de cierre y sellado a todo el aparato, ya que también presiona a un empaque de neopreno de 2" x 1/4" en todo el perímetro del mismo.

FIG. 7



El segundo elemento aislante es la tina exterior que es la que soporta los dos sistemas anteriores, y que permite que se cierre todo el sistema por medio de unos tornillos hexagonales que cruzan las dos tinas y se atornillan a la solera del marco de los vidrios. (Fig. 7). Entre las dos tinas, que son de fibra de vidrio reforzada con poliéster. Se ha propuesto poner como elemento aislante bolitas de espuma de poliestireno que cumplen la función de aislamiento al estar comprimidas por las dos tinas y atrapar el aire en pequeños espacios siendo esto lo que realmente actúa como aislante.

FIG. 8



Por otro lado esta tina exterior tiene un injerto de madera reforzado con fibra de vidrio y poliéster que tiene varias perforaciones que corresponden a los promedios de inclinación que se requieren para las latitudes de la República Mexicana, la cual se encuentra comprendida entre los paralelos 14 grados y 30 grados, Fig. 8, y que por fines prácticos se decidió tomar tres

ángulos promedio los cuales servirán para toda la República Mexicana, para el norte 28 grados, para el centro 22 grados y para el sur 18 grados. Debido a los movimientos de rotación y básicamente el de traslación de la tierra, (Fig. 9A y B) se recomienda que en nuestras latitudes en invierno se sumen diez grados más a la latitud y que en verano sea al contrario, diez grados menos a la latitud, Fig. 10, por ejemplo en el norte de México en invierno el aparato tendrá una inclinación de 38 grados y el verano 12 grados; y en el sur en invierno 28 grados y en verano 8 grados, y así sucesivamente para el centro y sur, (Fig. 11). (5)

FIG. 9

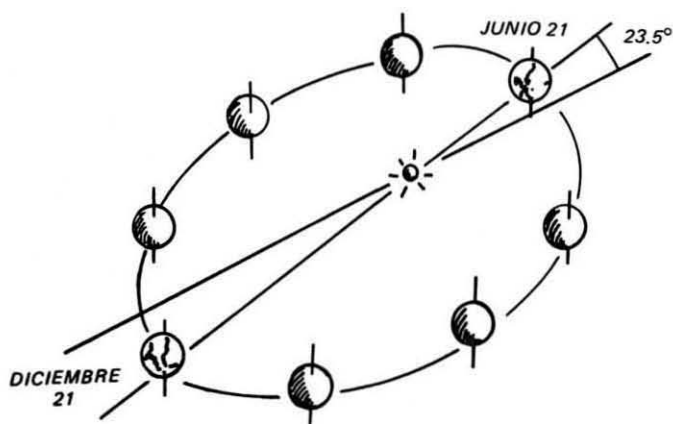


FIG. 9

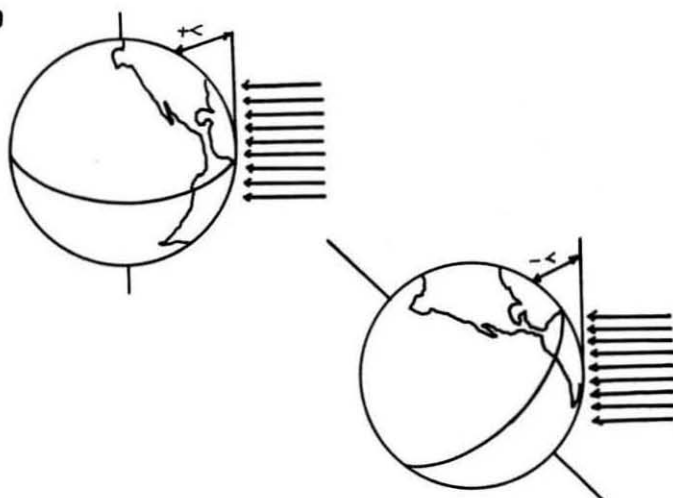


FIG.10

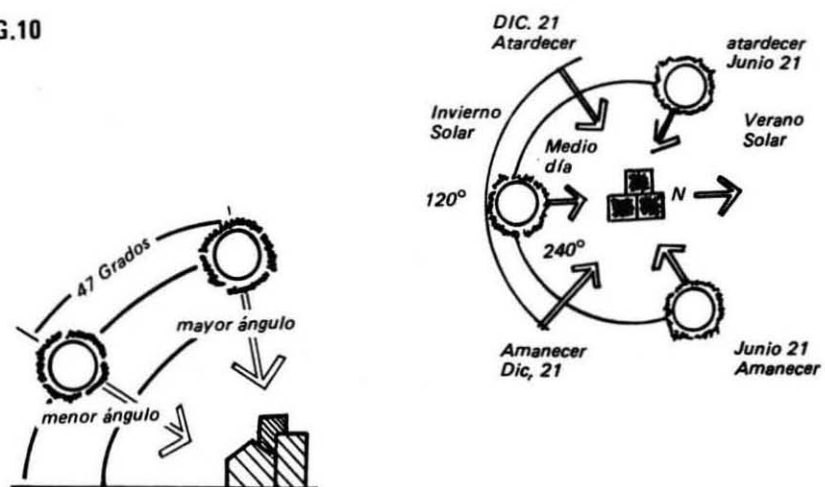
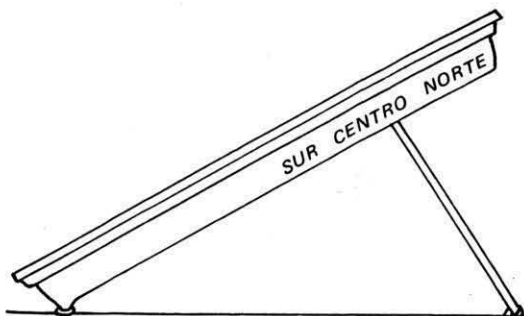


FIG. 11



Para poder localizar el ángulo correspondiente de inclinación, se propuso un código visual para que la gente identifique el ángulo correspondiente según la zonificación de la República, la cual está definida como norte, centro y sur. Para hacer esto práctico se pensó en un pie en forma de "U" de tubo de coled roled que se mete a presión en cualquiera de los tres agujeros que están en la parte inferior de la tina mencionada. Por cuestiones estructurales y de resistencia hubo que injertar a la fibra de vidrio una sección de madera en la que se encuentran perforados los tres agujeros a los ángulos promedio. Para hacer el ajuste de inclinación entre el invierno y el verano, se abate el pie y esta altura corresponderá al promedio del verano, (Fig. 11).

Aparte del elemento aislante que son las bolitas de espuma de poliestireno, es necesario que se selle la unión entre la charola interior y la exterior, por lo que se propuso poner en todo el perímetro un perfil de aluminio que entra a presión y cierra la ranura entre las dos charolas con un empaque de neopreno entre las mismas el cual es presionado por el perfil de aluminio y, con esto queda totalmente sellada esta sección, generándose un tanque de aire caliente atrapado en este volumen con lo que, la eficiencia en el almacenamiento de agua caliente en estos aparatos se vuelve óptima.

Estas descripciones son válidas para los dos colectores propuestos, ya que las variaciones son dimensionales, uno es para 40 litros y el otro para 100 litros. Cabe hacer mención que un aparato como el de 40 litros, puede vaciarse y llenarse dos o tres veces al día obteniendo su nivel de calentamiento de agua entre 50 grados y 60 grados a las 2 ó 3 horas con buen sol con lo que en un período de un día se pueden tener aproximadamente entre 80 y 120 litros de agua promedio.

Igual operación sucede con el colector de 100 litros, el cual en condiciones de mucho uso también se puede vaciar de 2 a 3 veces al día y puede calentarse también en un promedio de tiempo de 2 horas a 50 grados ó 60 grados con lo que se tendrían de 200 a 300 litros de agua caliente al día.

Otro punto importante en estas propuestas es la incorporación de una unidad de almacenamiento totalmente aislada, que en términos prácticos nos puede ofrecer agua caliente hasta en las horas altas de la madrugada, que en otras propuestas se tienen que ejecutar operaciones extras, como es el caso de cerrar una puerta en la noche y abrirla en la mañana o en otras de plano en la mañana el agua del aparato amanece fría. Este punto se puso en la balanza y se decidió que la unidad debería de ser totalmente independiente, por eso no lleva puerta ni nada que se requiera para su uso diario.

Cada seis meses o un año, según el tipo de calidad de agua que se reciba será necesario darle mantenimiento a la unidad, que aunque está totalmente sellada es necesario limpiar el tanque de agua, el cual se va asolvando con tierra u otras partículas como sal. Es por eso que todas las uniones son fácilmente identificables, además de no requerirse mas que de unas pinzas, desarmador, jabón, sacate un trapo y agua para darle el mantenimiento. También los acabados propuestos en los materiales son altamente duraderos sobre todo en el caso de las piezas de metal las cuales son de aluminio o galvanizadas y pintadas por procedimientos como el horneado o la electrostática que le dan un acabado a la superficie muy resistente y duradero.

DESTILADOR SOLAR DE AGUA TIPO PIRAMIDE

La necesidad de elaborar este proyecto surge después de un serie de experimentos que el Instituto SEDUE había elaborado, experimentos que se realizaron a nivel de prototipo con diferentes tipologías y características técnicas. Por ejemplo se estudiaron dos tipos de casos fundamentales:

- Destilador de dos aguas con paredes laterales verticales en fibra de vidrio traslúcida.
- Destilador tipo pirámide en fibra de vidrio traslúcida.

Del ejercicio y resultado de estos dos experimentos y de la consulta práctica de otras experiencias, se elaboraron los requerimientos fundamentales con los que se empezó a proyectar la siguientes propuestas:

- Conservar el concepto del destilador tipo pirámide.
- Proyectar con base a un módulo de captación solar de un metro cuadrado.
- Presentar una propuesta industrializable acoplable al proceso de fabricación de "PADSA" (Plásticos Dina, Industria Paraestatal), especializada en un buen porcentaje a la transformación de la fibra de vidrio reforzada con poliéster.

De estas tres condicionantes fundamentalmente se partió para el inicio de este proyecto.

Después de hacer consultas bibliográficas para conocer las diferentes propuestas existentes, así como los materiales y las diferentes características técnicas, se empezó a formular los requerimientos propios de estas propuestas que se enumeran a continuación:

- Alimentación continua de agua según el proceso de evaporación de la misma.
- Área de almacenamiento mayor, al área de evaporación para evitar que se condense el agua almacenada ya destilada.
- Que la pirámide sea transparente para que se optimice el funcionamiento del sistema.
- Crear un elemento que sustente al sistema, lo nivele y permita fácil acceso a la toma de agua destilada, así como en las maniobras de mantenimiento del mismo.
- Superficie de evaporación metálica y de color negro mate.
- Sistema interno aislado y sellado para obtener óptimos resultados.

Junto con estos requerimientos y los ya establecidos por el Instituto SEDUE se inició la etapa de proyecto la cual consistió en un diseño a nivel de bocetos y su aprobación por un comité del Instituto SEDUE, dibujo de planos y desarrollo de prototipo.

El resultado final del proyecto fue la suma de todos los aspectos mencionados, se enfatizó en el diseño, la función y el mantenimiento, este segundo debido a que se recibe agua salina y contaminada por lo que se recomienda que diario se abra y se le de limpieza. Esto condicionó el diseño de la pirámide y de todo el sistema, el cual se compone de las siguientes partes:

- Pirámide
- Pieza principal
- Charola placa de evaporación
- Sostén o base

La pirámide que está propuesta en acrílico de 6mm. termoformado, para obtener mayor transparencia y resistencia estructural, se diseñó para sellar tanto el área de evaporamiento como el área de entrada de agua. Procedimiento costoso a nivel de prototipo por la elaboración del molde y las subsecuentes pruebas del mismo, pero que, en producción en serie se abate a costos razonables. La pirámide tiene un ángulo de 30 grados que es el más recomendable para que el agua se deslice y gotee en el área de almacenamiento y para efectuar bien esta función se pensó que la base de la pirámide se termine en punta (ver figura 12).

La pieza principal tiene varias funciones: sustentar la charola placa en la que se evapora el agua; almacenar el agua destilada y habilitar constantemente de agua a la charola que la evapora, manteniéndose con este último sistema un espejo de agua constante de 5 mm. Esta pieza se propuso que se produjera en fibra de vidrio reforzada con poliéster, ya que es la pieza principal y de cualquier manera se ajusta excelentemente con este proceso (Fig. 13).

FIG. 12

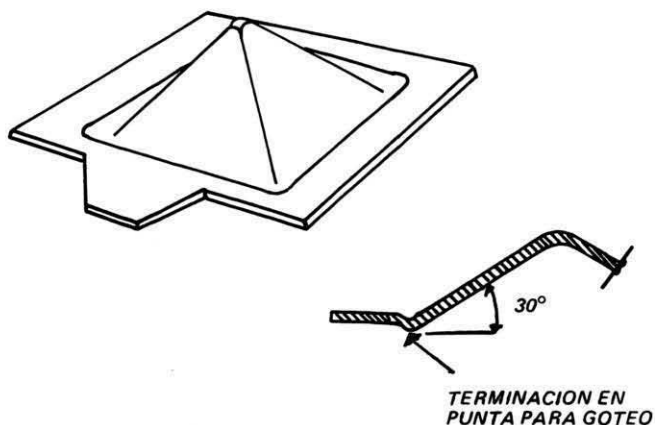
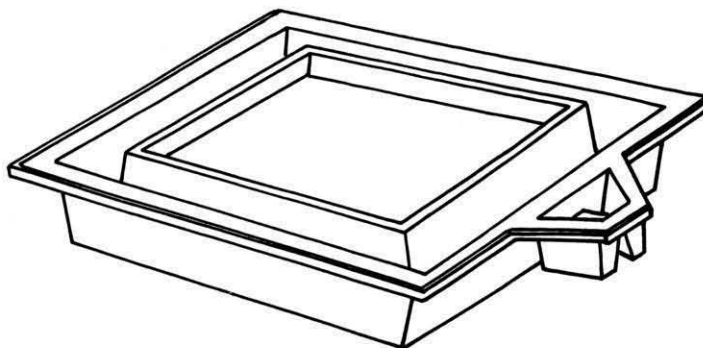


FIG. 13



Para que se mantenga el espejo de agua de 5mm. en la charola negra que evapora el agua, se pensó en aplicar el principio de vasos comunicantes, que en este caso va del depósito de agua a la charola negra, conectados por una manquera reforzada de media pulgada (Fig. 14). El depósito de agua tiene un pequeño sistema que sirve para romper la presión de entrada del líquido y que no permite que se altere el nivel del mismo en la charola evaporada de agua. (Fig. 15).

Al respecto de ésta se pensó que el material ideal para proponer es la lámina galvanizada que es muy resistente a la oxidación, y tiene que estar pintada de color negro mate por los procedimientos de horneado o electrostático que son acabados superficiales altamente resistentes a la humedad. Se propone este color por tener una alta absorción de calor que es lo que se requiere para elevar la temperatura de la lámina necesaria para evaporar el agua, para que se condense en el acrílico y así circule destilada a almacenarse. Cabe mencionar que esta charola necesita estar aislada de la parte inferior para que la temperatura se concentre en la misma y en el agua, además de que requiere de una pendiente del 1 % para desagüe (Fig. 16)

FIG. 14

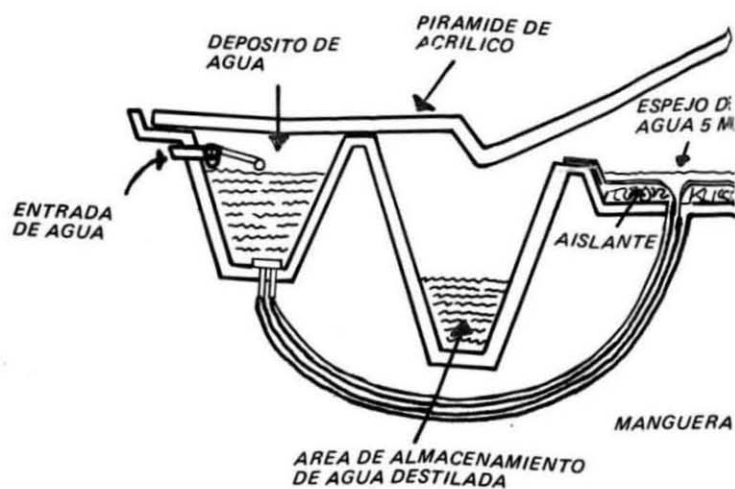
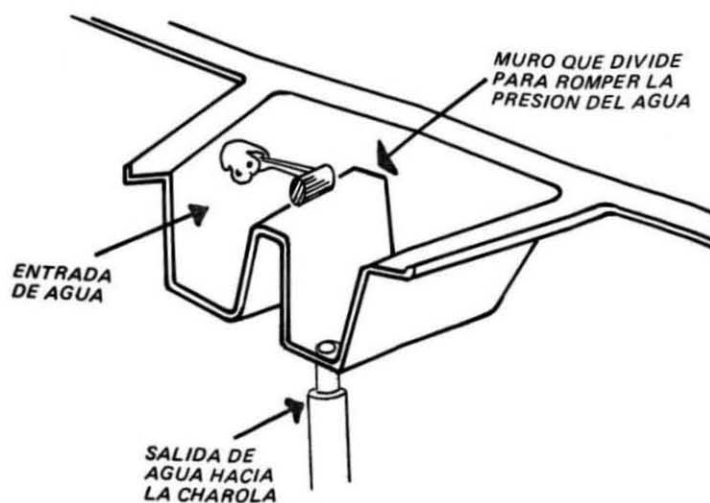
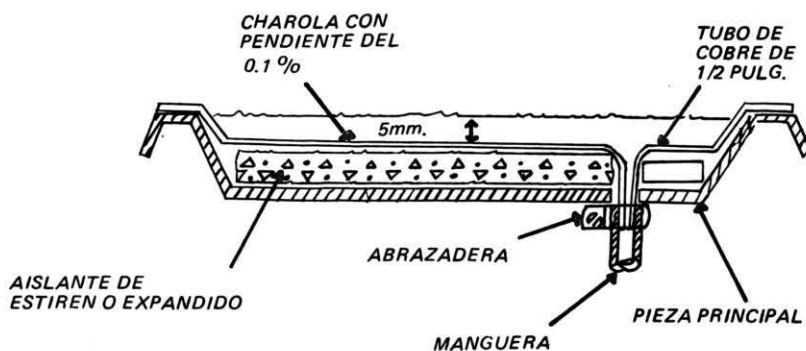


FIG. 15



Para el almacenamiento y recuperación del agua, se propuso que en la pieza principal estuviera internado un canal alrededor de esta pieza, para que pueda servir de almacén de agua. Que aunque se tenga un cálculo diario de 7 litros de agua destilada para el consumo, en este sistema se puede almacenar más agua, para de esta forma prever que en algunas ocasiones el consumo sea mayor a 7 litros diarios.

FIG. 16



También es necesario que esta área de almacenamiento sea mayor que el área de la pirámide y la charola para evitar que el agua destilada se condense.

Al otro lado del depósito de agua, en el canal de almacenamiento se tiene una pendiente de 2 ‰ para recuperar el agua destilada. En ese lugar se instaló una llave de P.V.C., que con un sólo giro permite obtener instantáneamente el agua. (Fig. 17)

El último elemento con que cuenta el sistema, es un sostén o pata de la pieza principal que permite que la llave quede a una altura accesible o para mantener a todo el sistema nivelado. Este sostén cuenta con 4 tornillos comerciales, con base de hule y es de coled rolled de media pulgada y con acabado en rojo, pintado con el procedimiento electrostático y tiene la propiedad de desarmarse totalmente. (Fig. 18).

Para las zonas que requieran de mayores capacidades en la generación de agua destilada, se ha pensado que este sistema puede ser utilizado como módulo de crecimiento según las necesidades, se puede instalar de uno a una cantidad ilimitada de módulos conectándolos en serie con mangueras en las llaves o con tubería de P.V.C. como se muestra en la tubería en la figura 19.

FIG. 17

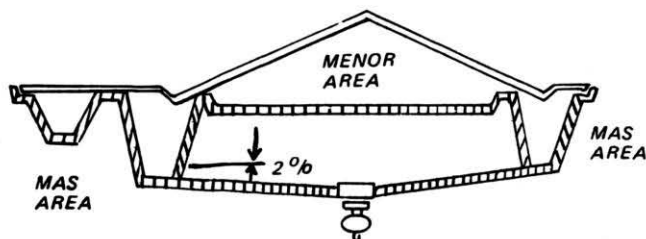


FIG. 18

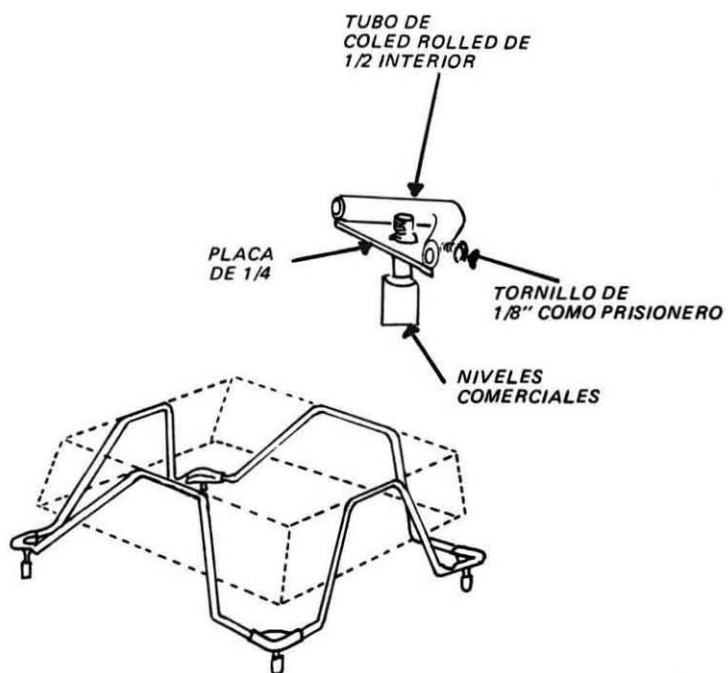
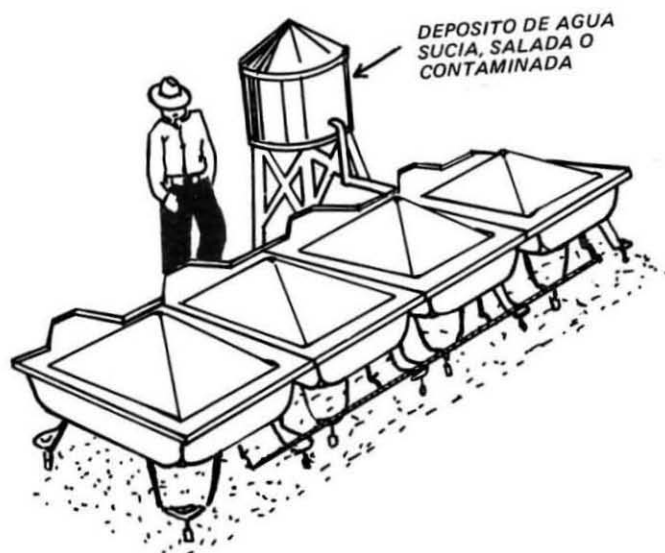


FIG. 19



APENDICE I

Energía — conversiones usuales

1 BTU = 251.99 calorías = 0.00029287 KWH

1 caloría = 0.003968 BTU

1 kilowatt-hora (KWh) = 3414.43 BTU

DENSIDAD DE ENERGIA

1 Langley = 1 caloría/centímetro

cuadrado = 3.68669 BTU/Pies cuadrados.

1 BTU/Pie cuadrado = 0.271246 calorías/centímetro cuadrado

PODER Y DENSIDAD DE PODER

1 Watt = 1 joule/segundo

1 BTU/Hora = 0.292875 Watt

1 Watt/centímetro cuadrado = 3,172

BTU/Pie cuadrado/hora

*Ver bibliografía.

APENDICE II

Muchas de estas estadísticas del sol representan las mejoras aproximaciones basadas en cálculos y datos científicos existentes.

El poder solar existente diariamente en la tierra es de 85 trillones de kilowatts.

NOTA: El sol libera la suficiente energía en 15 minutos cada día para abastecer las necesidades mundiales de energía para un año.

—Energía solar por pie cuadrado en los Estados Unidos
75 a 104 BTU por hora en verano.
21 a 46 BTU por hora en invierno.

—Distancia del Sol a la Tierra 92,913,000 millas:

—Diferencia en distancia del sol a la tierra entre enero y junio: 3,069,000 millas

—Diámetro del sol millas 864,000

—El sol es mas o menos 110 veces más grande que la tierra

—Volumen del sol comparado con la tierra 1,300,000:1

—Masa del sol comparada con la tierra 332,488:1

—Gravedad solar comparada con la tierra 28:1

NOTA: —1 gramo solar igual a 28 gramos en la tierra.

— Edad del sol a partir de fecha radioactiva 5 billones de años.

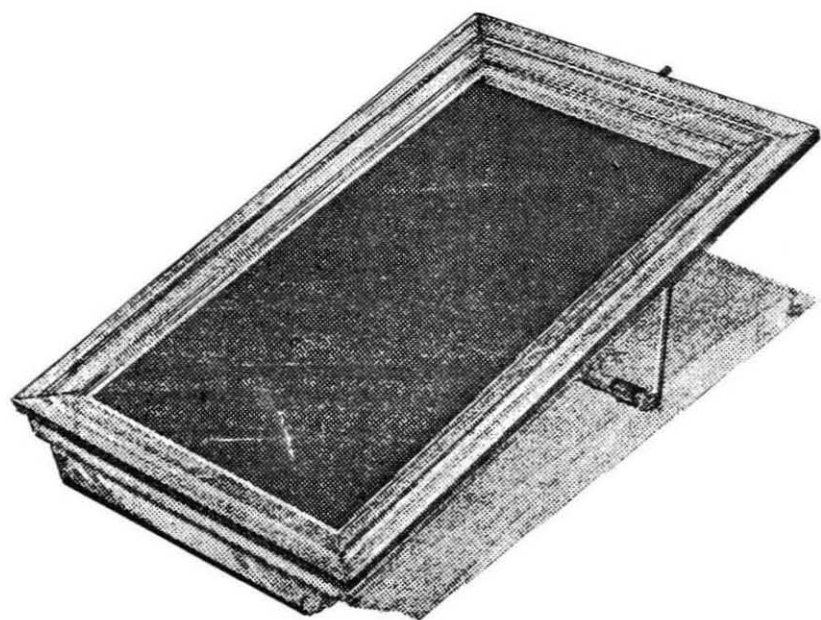
— Velocidad orbital de la tierra alrededor del sol 18.5 millas/segundo.

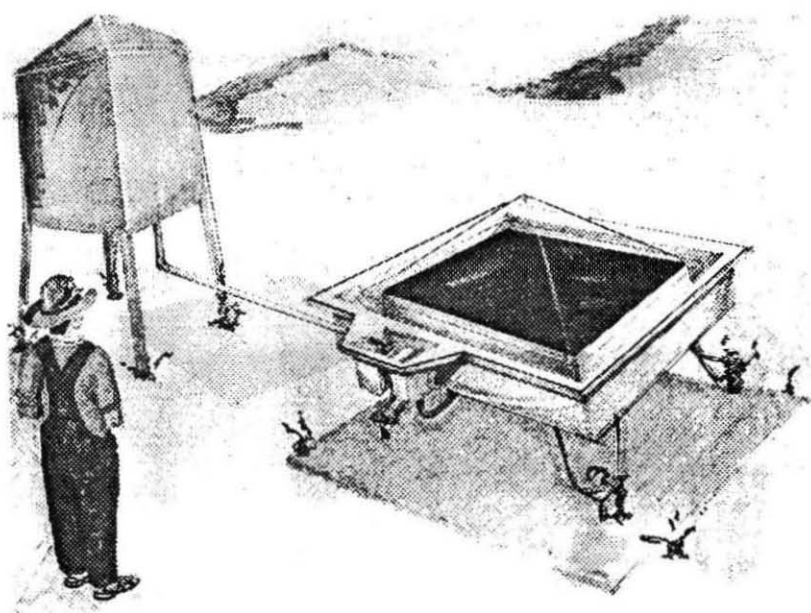
- Temperatura de la superficie del sol 10,800 grados C.
- Temperatura interior del sol 15,000,000 grados C.
- Longitud de las ondas solares 0.3 a 3.0 micrones

1 micrón = 1 millonésima de metro

NOTA: Esto incluye la radiación solar invisible ultravioleta, las más cortas longitudes de onda del espectro solar, y la igualmente visible longitud de onda infrarroja.

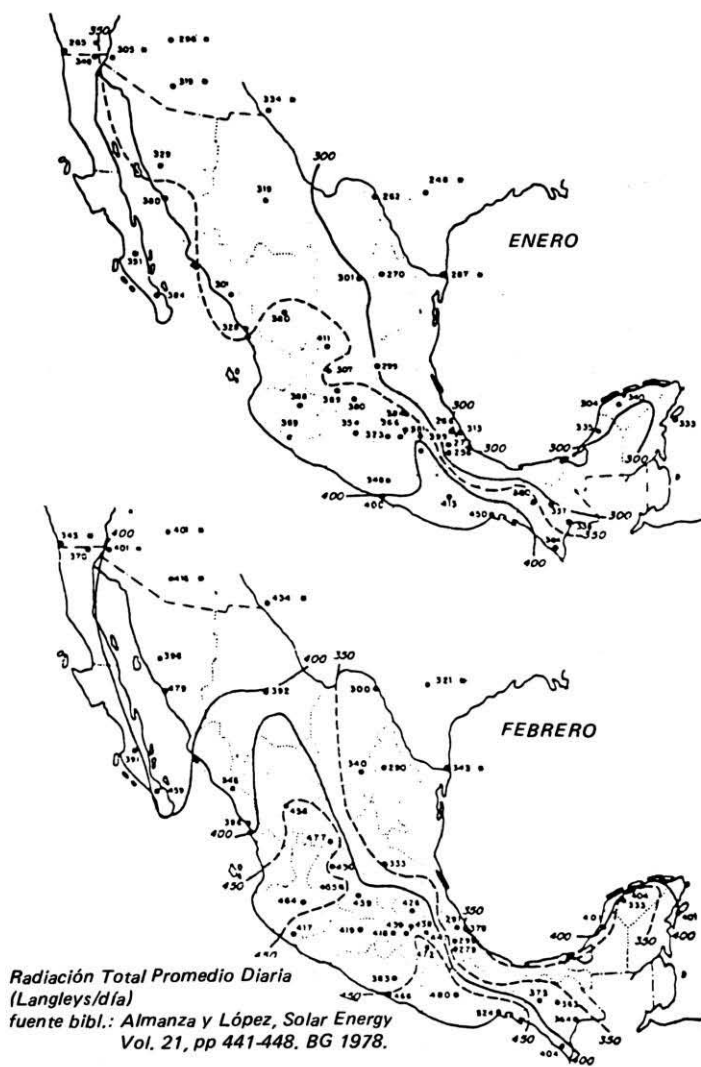
*Véase bibliografía.

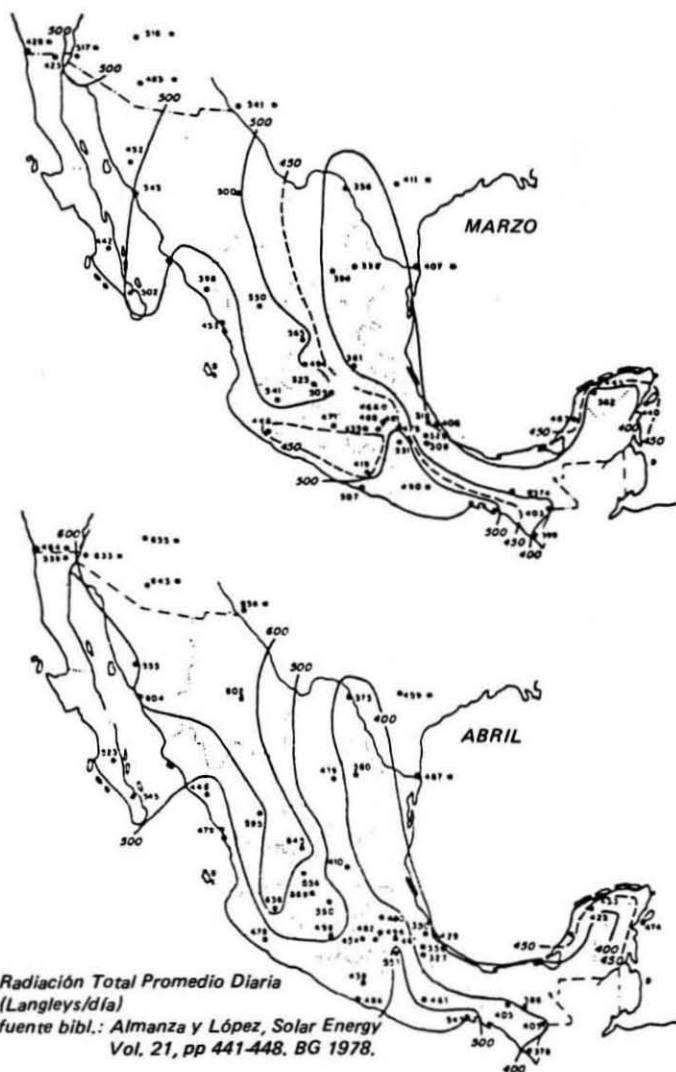


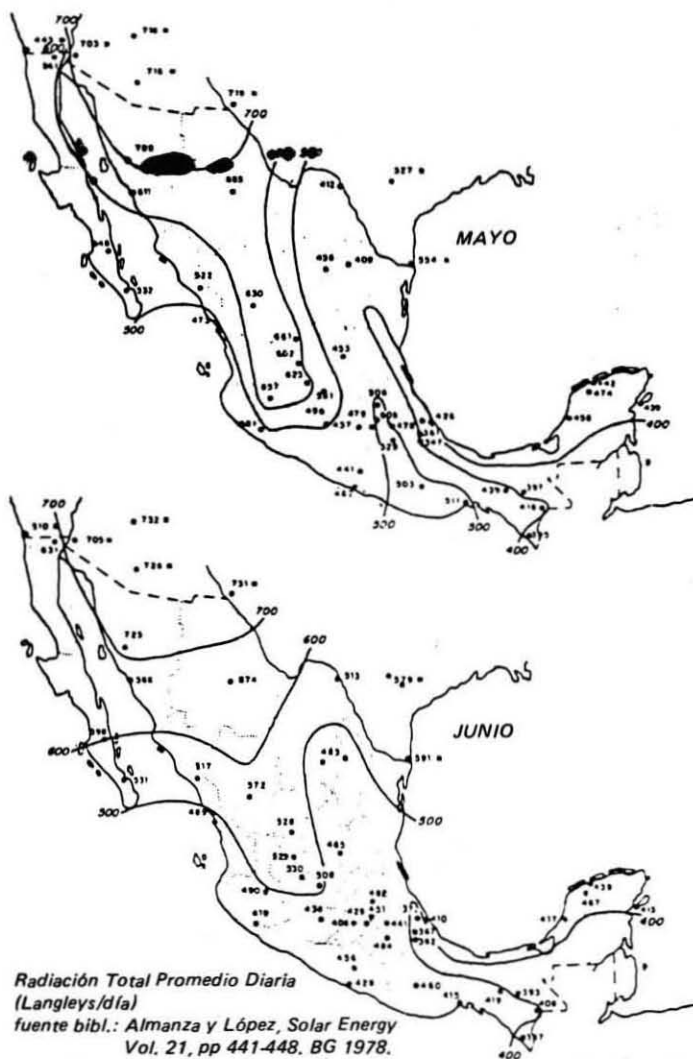


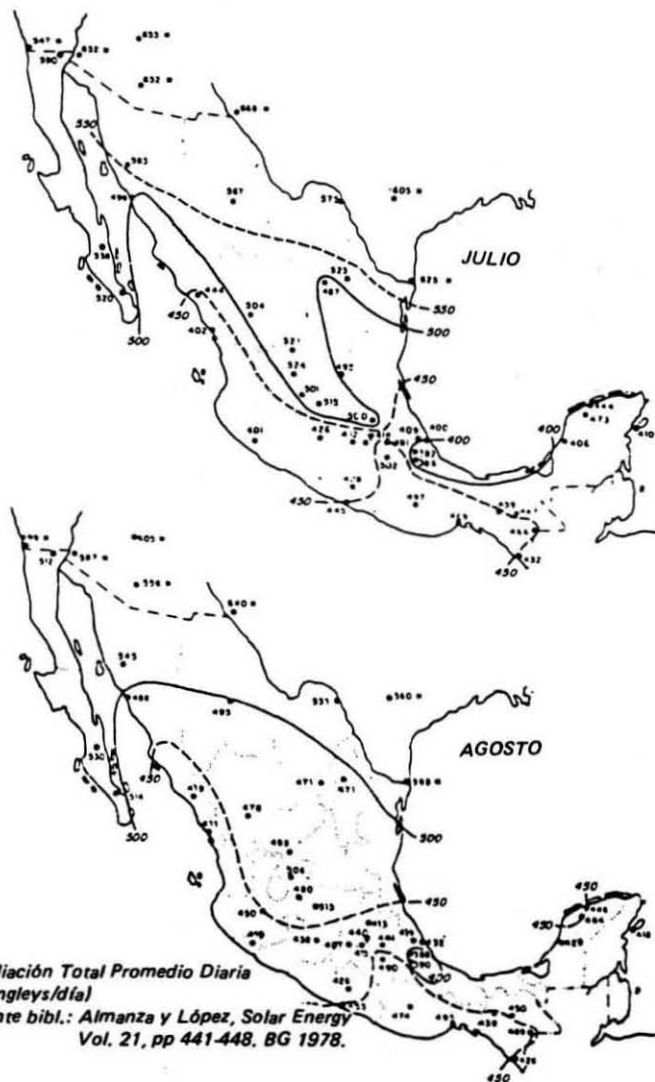
APENDICE III

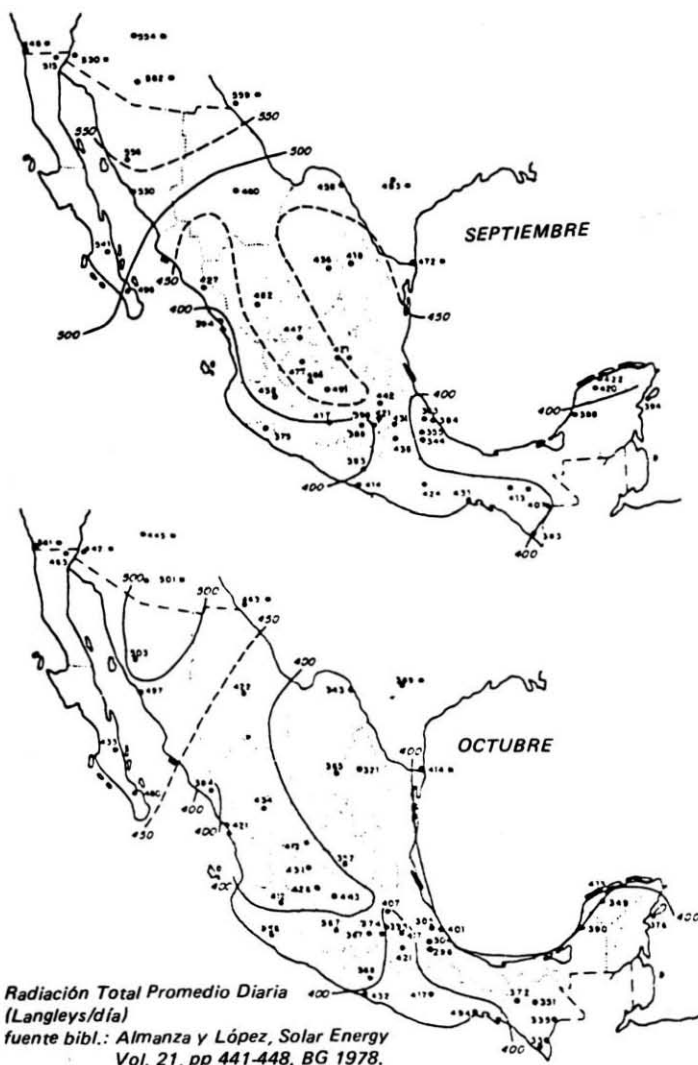
CARTAS DE INSOLACION MENSUAL PARA LA REPUBLICA MEXICANA

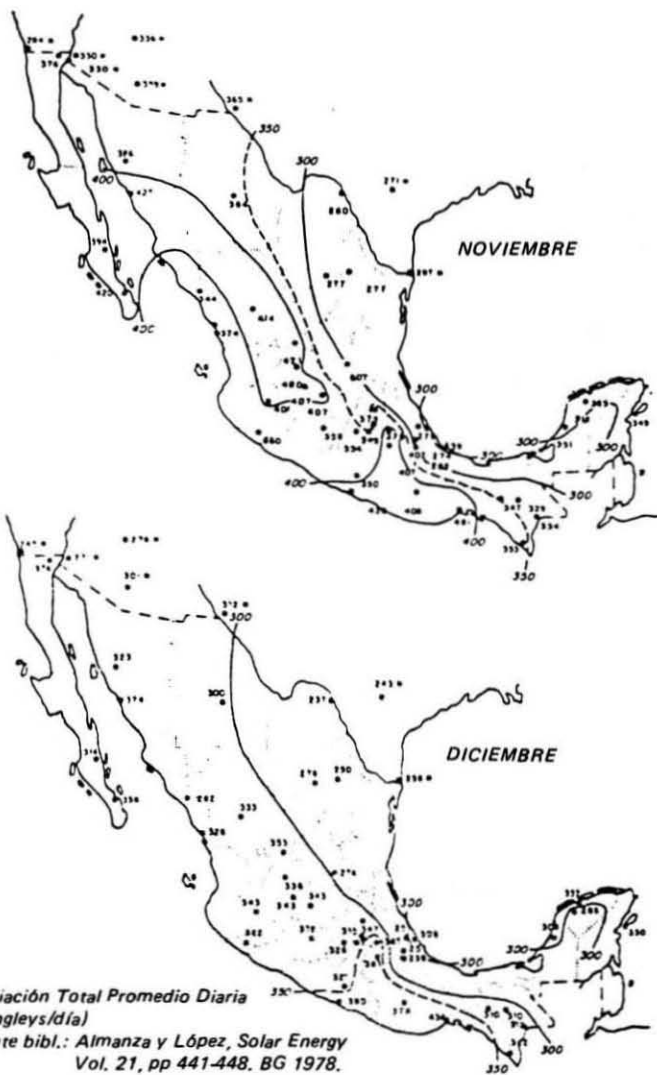






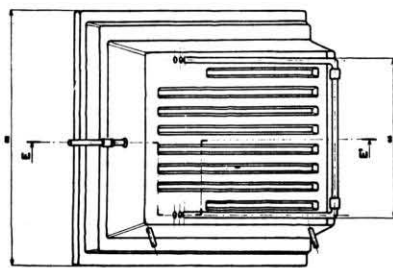




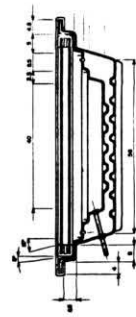


APENDICE IV

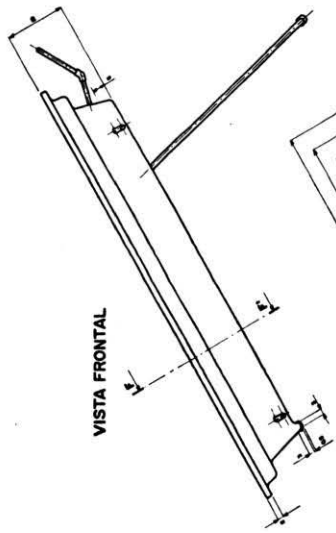
**PLANOS TECNICOS CONSTRUCTIVOS PARA
LA FABRICACION DE LOS DOS
COLECTORES SOLARES Y DEL DESTILADOR**



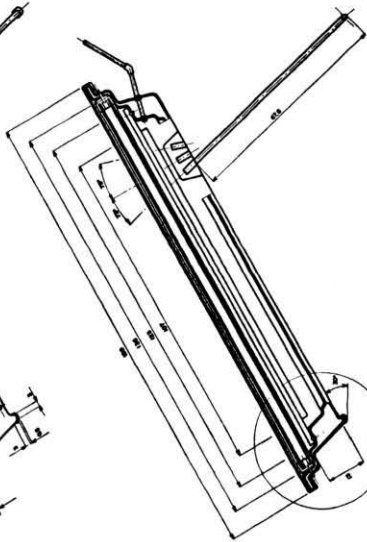
VISTA ANTERIOR



CORTE F-F'



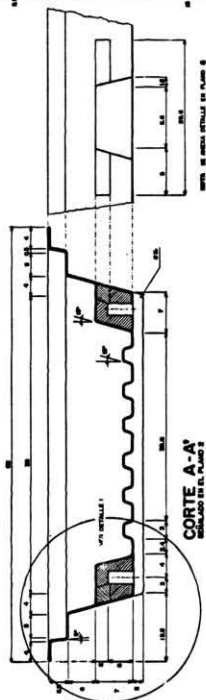
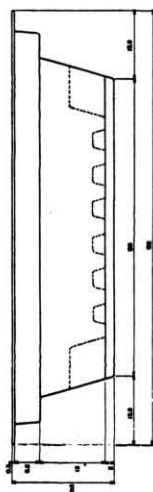
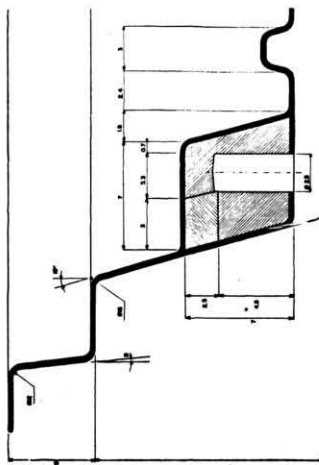
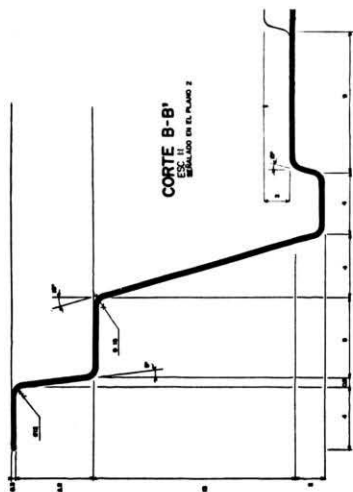
VISTA FRONTAL

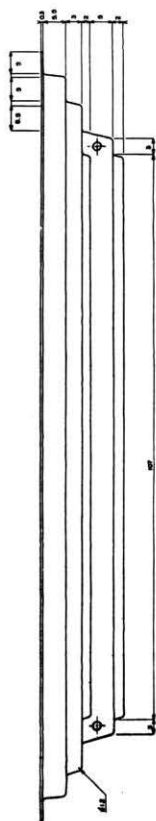


CORTE E-E'

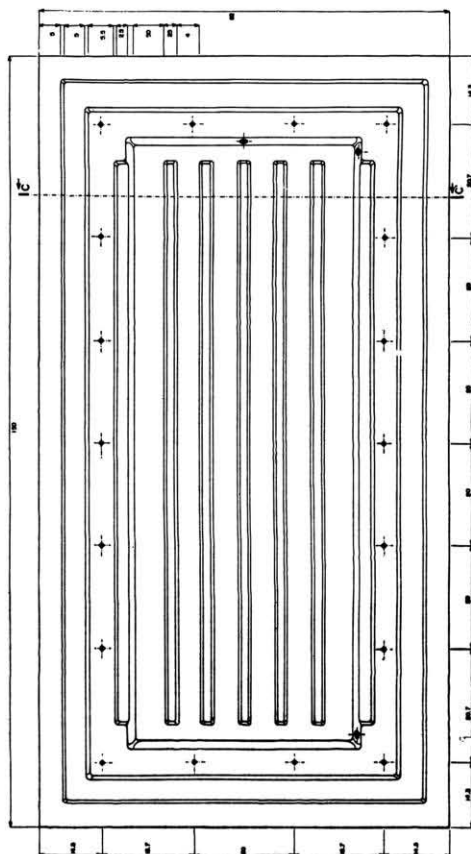
DETALLE 1
VER PLANO 6

	UAM - ALC	INST. SEDUC
	COLECTOR SOLAR AUTOCALENTANDO	
	VISTAS GENERALES	
	PROYECTO	FECHA



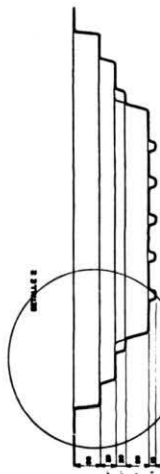


VISTA FRONTAL

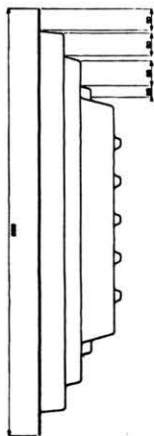


VISTA SUPERIOR
CORTES E-C' POR PLANO B

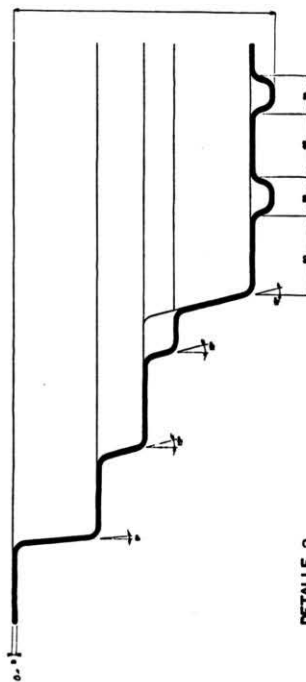
	UAM-A	INST. SEDE
	COLECTOR SOLAR AUTOCONTENDIDO 40l	
	TNA INTERIORES, VISTAS	FECHA: 10/06/2010
	PROYECTO: 0001 - 1	PROYECTO: 0001 - 1



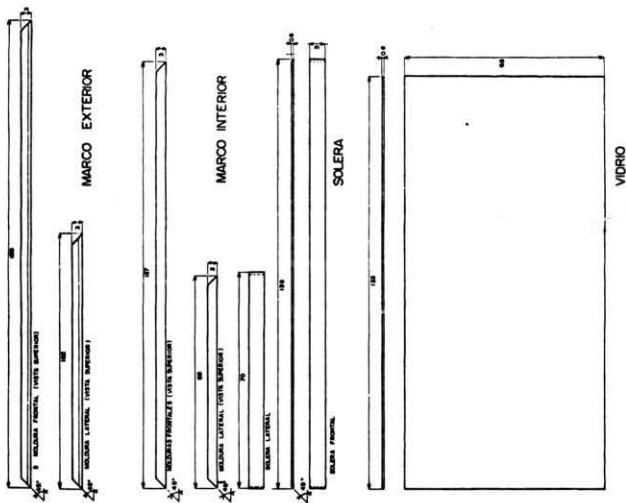
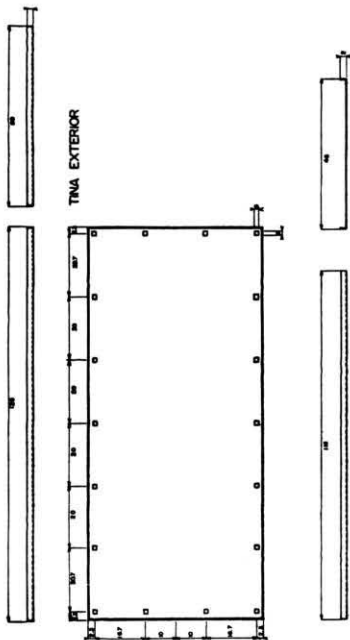
CORTE TRANSVERSAL C.C.
VER DETALLE INDICADO EN PLANO 4



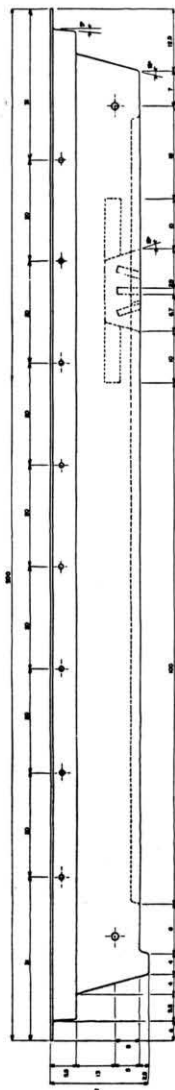
VISTA LATERAL



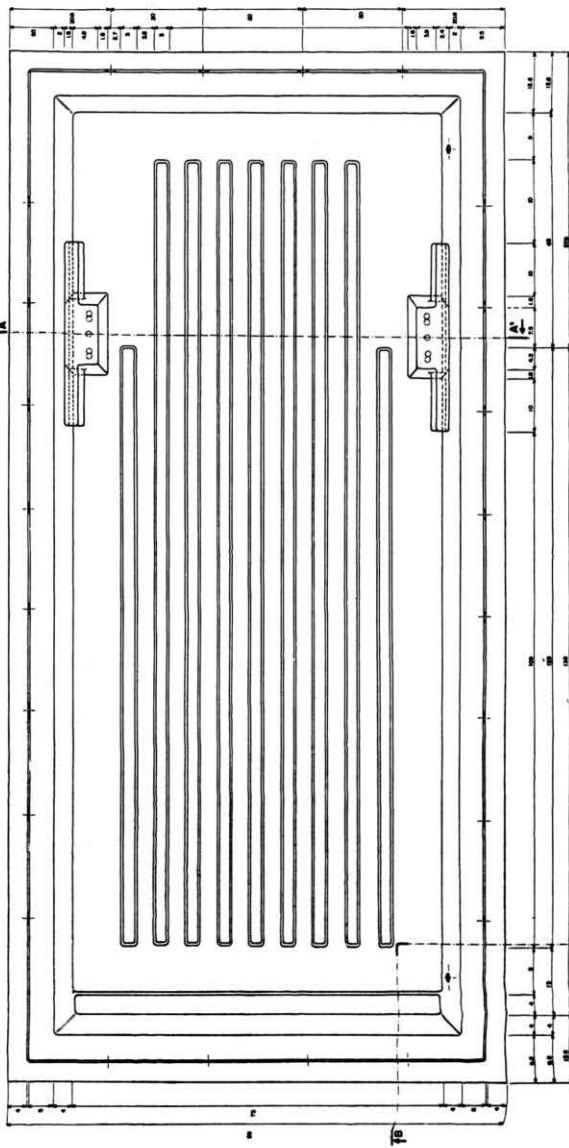
DETALLE 2
VER PLANO 4



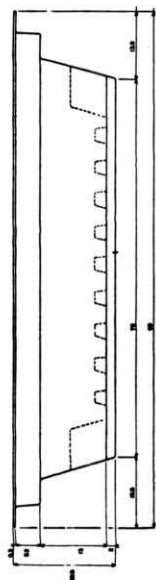
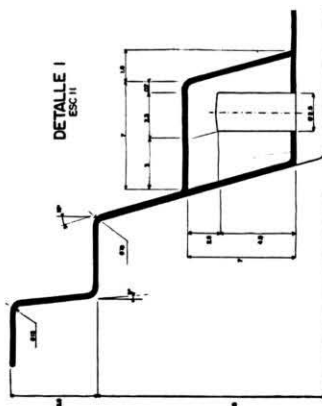
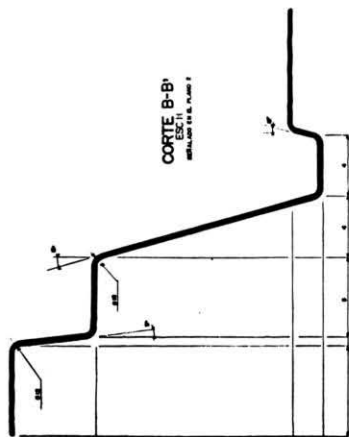
VISTA FRONTAL



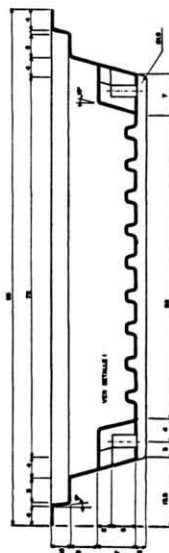
VISTA SUPERIOR



	UAM - AZC	INST. SEDUC
	COLECTOR SOLAR ALTOCONTENDO 100 l	
	TINA EXTERIOR, VISTAS	ENCALA 13 cm
		A-1

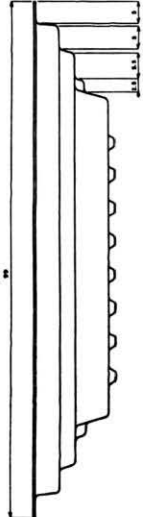
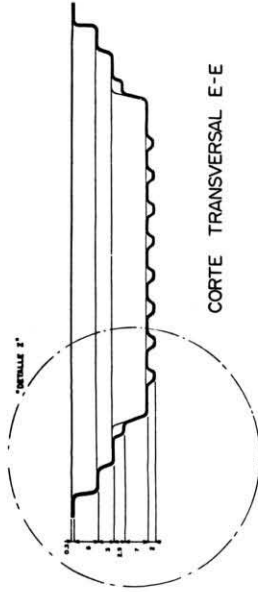


VISTA LATERAL



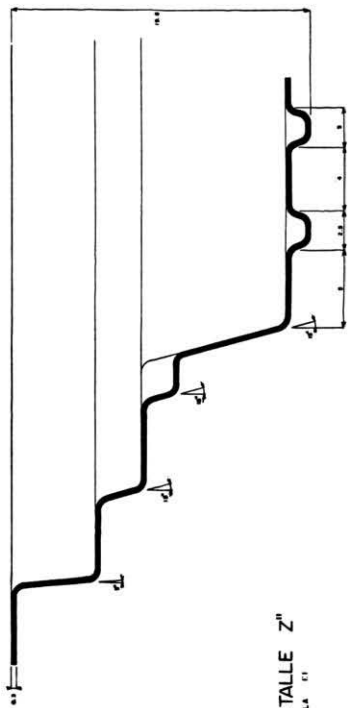
CORTE A-A'

UAM - A2C	INST. SEDUE
COLECTOR SOLAR AUTOCONTENIDO D.O.L.	
TRAMA EXTERIOR	VISTAS Y CORTES
PROYECTO	FECHA 4. 1.84
PROYECTO	FECHA 5. 1.84
PROYECTO	FECHA 6. 1.84
PROYECTO	FECHA 7. 1.84
PROYECTO	FECHA 8. 1.84
PROYECTO	FECHA 9. 1.84
PROYECTO	FECHA 10. 1.84
PROYECTO	FECHA 11. 1.84
PROYECTO	FECHA 12. 1.84
PROYECTO	FECHA 13. 1.84
PROYECTO	FECHA 14. 1.84
PROYECTO	FECHA 15. 1.84
PROYECTO	FECHA 16. 1.84
PROYECTO	FECHA 17. 1.84
PROYECTO	FECHA 18. 1.84
PROYECTO	FECHA 19. 1.84
PROYECTO	FECHA 20. 1.84
PROYECTO	FECHA 21. 1.84
PROYECTO	FECHA 22. 1.84
PROYECTO	FECHA 23. 1.84
PROYECTO	FECHA 24. 1.84
PROYECTO	FECHA 25. 1.84
PROYECTO	FECHA 26. 1.84
PROYECTO	FECHA 27. 1.84
PROYECTO	FECHA 28. 1.84
PROYECTO	FECHA 29. 1.84
PROYECTO	FECHA 30. 1.84
PROYECTO	FECHA 31. 1.84
PROYECTO	FECHA 32. 1.84
PROYECTO	FECHA 33. 1.84
PROYECTO	FECHA 34. 1.84
PROYECTO	FECHA 35. 1.84
PROYECTO	FECHA 36. 1.84
PROYECTO	FECHA 37. 1.84
PROYECTO	FECHA 38. 1.84
PROYECTO	FECHA 39. 1.84
PROYECTO	FECHA 40. 1.84
PROYECTO	FECHA 41. 1.84
PROYECTO	FECHA 42. 1.84
PROYECTO	FECHA 43. 1.84
PROYECTO	FECHA 44. 1.84
PROYECTO	FECHA 45. 1.84
PROYECTO	FECHA 46. 1.84
PROYECTO	FECHA 47. 1.84
PROYECTO	FECHA 48. 1.84
PROYECTO	FECHA 49. 1.84
PROYECTO	FECHA 50. 1.84
PROYECTO	FECHA 51. 1.84
PROYECTO	FECHA 52. 1.84
PROYECTO	FECHA 53. 1.84
PROYECTO	FECHA 54. 1.84
PROYECTO	FECHA 55. 1.84
PROYECTO	FECHA 56. 1.84
PROYECTO	FECHA 57. 1.84
PROYECTO	FECHA 58. 1.84
PROYECTO	FECHA 59. 1.84
PROYECTO	FECHA 60. 1.84
PROYECTO	FECHA 61. 1.84
PROYECTO	FECHA 62. 1.84
PROYECTO	FECHA 63. 1.84
PROYECTO	FECHA 64. 1.84
PROYECTO	FECHA 65. 1.84
PROYECTO	FECHA 66. 1.84
PROYECTO	FECHA 67. 1.84
PROYECTO	FECHA 68. 1.84
PROYECTO	FECHA 69. 1.84
PROYECTO	FECHA 70. 1.84
PROYECTO	FECHA 71. 1.84
PROYECTO	FECHA 72. 1.84
PROYECTO	FECHA 73. 1.84
PROYECTO	FECHA 74. 1.84
PROYECTO	FECHA 75. 1.84
PROYECTO	FECHA 76. 1.84
PROYECTO	FECHA 77. 1.84
PROYECTO	FECHA 78. 1.84
PROYECTO	FECHA 79. 1.84
PROYECTO	FECHA 80. 1.84
PROYECTO	FECHA 81. 1.84
PROYECTO	FECHA 82. 1.84
PROYECTO	FECHA 83. 1.84
PROYECTO	FECHA 84. 1.84
PROYECTO	FECHA 85. 1.84
PROYECTO	FECHA 86. 1.84
PROYECTO	FECHA 87. 1.84
PROYECTO	FECHA 88. 1.84
PROYECTO	FECHA 89. 1.84
PROYECTO	FECHA 90. 1.84
PROYECTO	FECHA 91. 1.84
PROYECTO	FECHA 92. 1.84
PROYECTO	FECHA 93. 1.84
PROYECTO	FECHA 94. 1.84
PROYECTO	FECHA 95. 1.84
PROYECTO	FECHA 96. 1.84
PROYECTO	FECHA 97. 1.84
PROYECTO	FECHA 98. 1.84
PROYECTO	FECHA 99. 1.84
PROYECTO	FECHA 100. 1.84



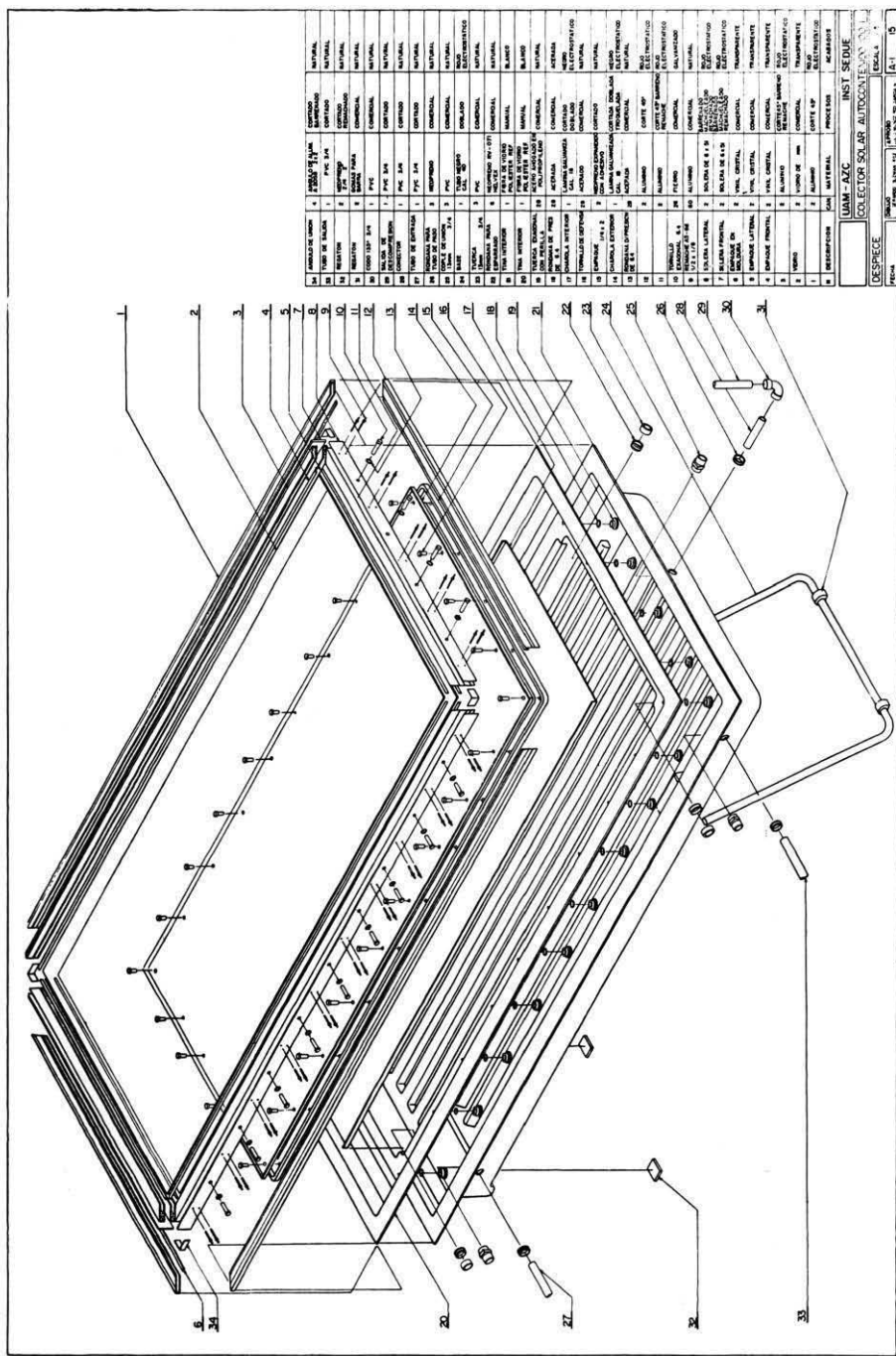
CORTE TRANSVERSAL E-E

VISTA LATERAL

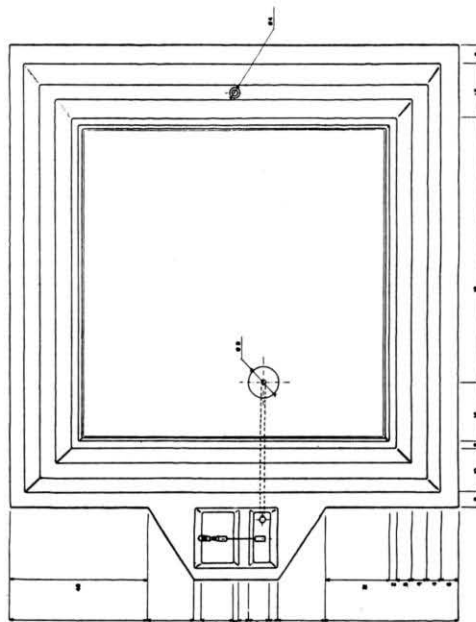
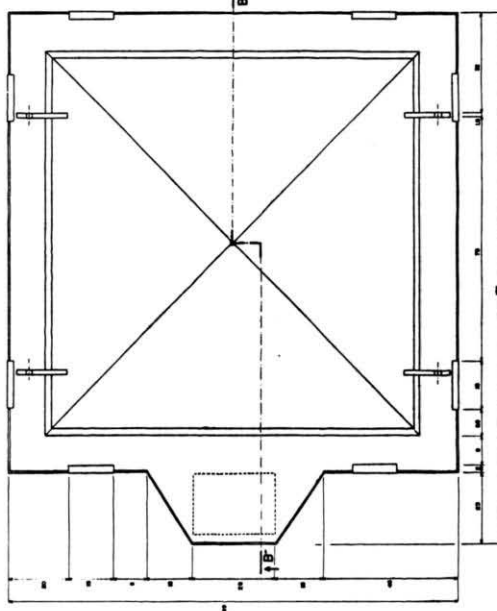
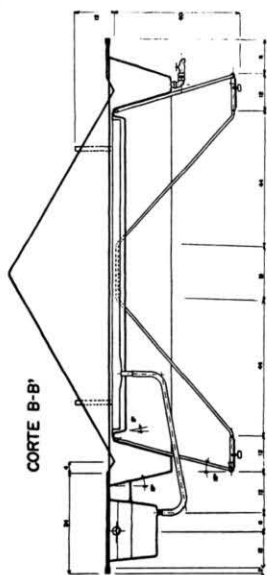
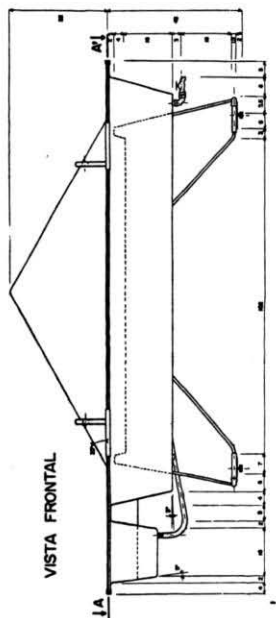



DETALLE 2"
ESCALA 1:1

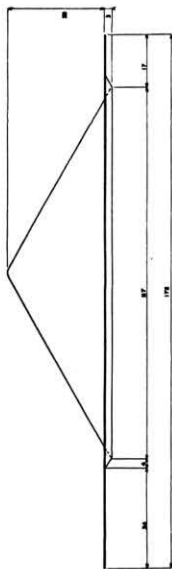
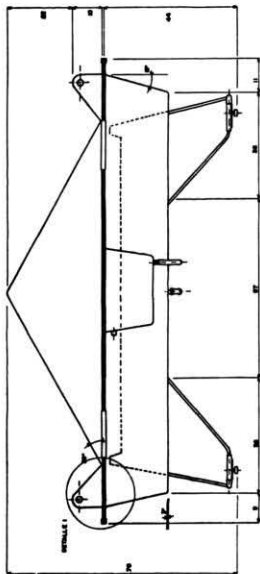
UAM - AZC	INST. SEDUE
COLECTOR SOLAR AUTOCONTENIDO DOO I	TUBO A 1
TUBO INTERIOR	VISTAS Y CORTES
FECHA	FOLIO
15	15



UNAM - AXC		INST. SEQUE	
COLLECTOR SOLAR AUTOCLEANING		DESPIECE	
1	REEMPLAZO	1	REEMPLAZO
2	REEMPLAZO	2	REEMPLAZO
3	REEMPLAZO	3	REEMPLAZO
4	REEMPLAZO	4	REEMPLAZO
5	REEMPLAZO	5	REEMPLAZO
6	REEMPLAZO	6	REEMPLAZO
7	REEMPLAZO	7	REEMPLAZO
8	REEMPLAZO	8	REEMPLAZO
9	REEMPLAZO	9	REEMPLAZO
10	REEMPLAZO	10	REEMPLAZO
11	REEMPLAZO	11	REEMPLAZO
12	REEMPLAZO	12	REEMPLAZO
13	REEMPLAZO	13	REEMPLAZO
14	REEMPLAZO	14	REEMPLAZO
15	REEMPLAZO	15	REEMPLAZO
16	REEMPLAZO	16	REEMPLAZO
17	REEMPLAZO	17	REEMPLAZO
18	REEMPLAZO	18	REEMPLAZO
19	REEMPLAZO	19	REEMPLAZO
20	REEMPLAZO	20	REEMPLAZO
21	REEMPLAZO	21	REEMPLAZO
22	REEMPLAZO	22	REEMPLAZO
23	REEMPLAZO	23	REEMPLAZO
24	REEMPLAZO	24	REEMPLAZO
25	REEMPLAZO	25	REEMPLAZO
26	REEMPLAZO	26	REEMPLAZO
27	REEMPLAZO	27	REEMPLAZO
28	REEMPLAZO	28	REEMPLAZO
29	REEMPLAZO	29	REEMPLAZO
30	REEMPLAZO	30	REEMPLAZO
31	REEMPLAZO	31	REEMPLAZO
32	REEMPLAZO	32	REEMPLAZO
33	REEMPLAZO	33	REEMPLAZO
34	REEMPLAZO	34	REEMPLAZO

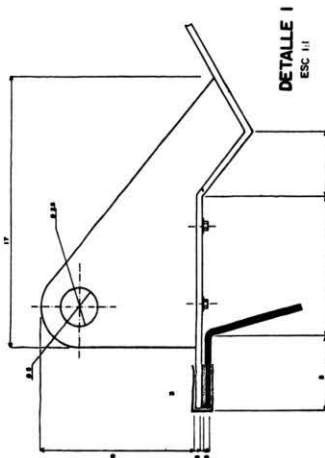
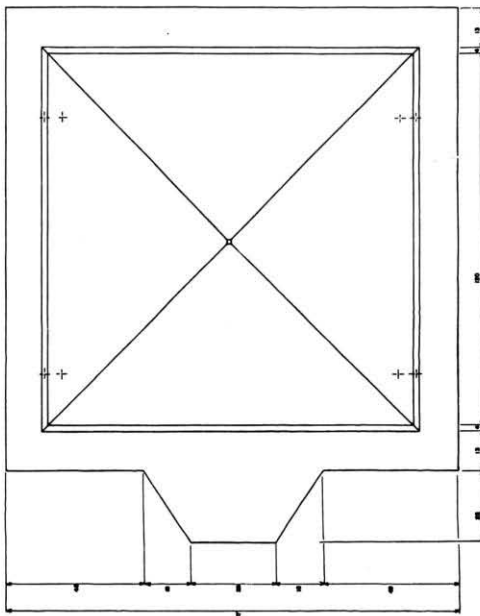


	UAM - AZC	INST. SEDUE
	DESTILADOR SOLAR	7 l
VISTAS Y CORTES		
		ENCILA 1/2" 1/8"






VISTA LATERAL

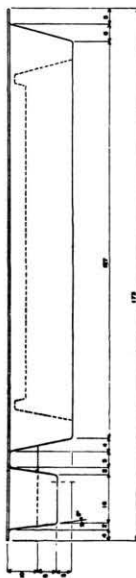
VISTA FRONTAL



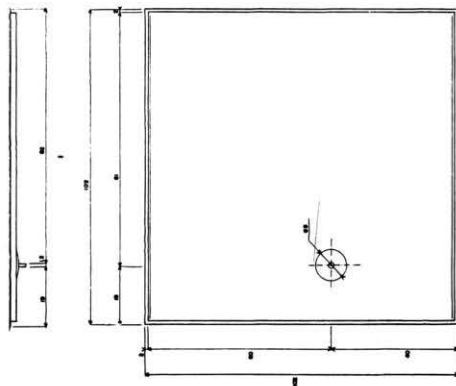
DETALLE I

	UAM - AZC	NST SEDUE
	DESTILADOR SOLAR 7 L	
	CUBIERTA PORTACUBIERTA	ENCUCLA 1:10m
	PAQUETE	ENCUCLA 1:10m
	ENCUCLA 1:10m	ENCUCLA 1:10m
	ENCUCLA 1:10m	ENCUCLA 1:10m

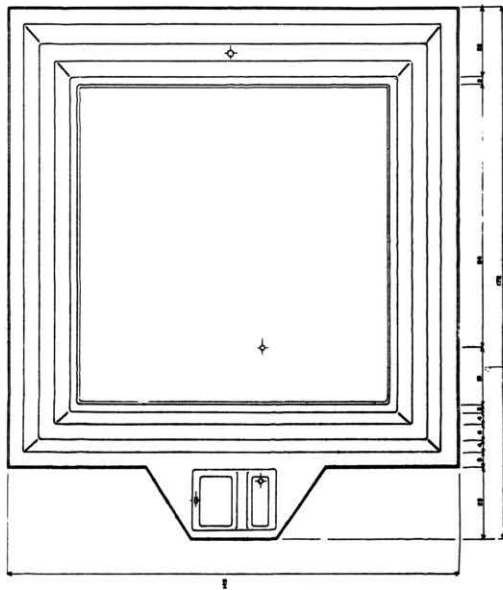
VISTA FRONTAL



CHAROLA INTERIOR



VISTA SUPERIOR



UNIM - AZC	INST SEDUE
DESTILADOR SOLAR	7
TINA Y CHAROLA INTERIOR	7
Escala: 1:10	18

BIBLIOGRAFIA

- 1.— Arias Chávez, José, "Cartillas de Ecotécnicas para la Vivienda Autosuficiente". Cartilla 4 de Calentador de Agua con Energía Solar. SAHOP, DGEU 1979.
- 2.— Solar Energy, Vol. 21, pág. 441-448. Publicación enviada por R. Almanza y S. López, del Instituto de Ingeniería de la UNAM. 6B, 1978.
- 3.— Quinta Diez, Pedro, Alfredo Sánchez, Eugenia Olguín, "Manual de Construcción e Instalación de Calentadores Solares". Instituto Mexicano de Tecnologías Apropriadas, SEDUE, Instituto SEDUE, 1985.
- 4.— Tiwari Dhiman, "Estudio sobre el efecto de la placa de desviación". Publicado en el Energy Convers. Vol. 23. No. 3, pp. 151-155, 6B, 1983.
- 5.— Lucas, Ted, "How to use solar energy" in home and business. Ed. Ward Ritchie Press, Pasadena, California 1977.

BIBLIOGRAFIA SUGERIDA

- 1.— Van Lengen, Joan, "Manual del arquitecto descalzo", SAHOP 1979.
- 2.— DIGASES/SAHOP, "Energía solar". SAHOP 1979.
- 3.— Solar Visión, "Solar age catalog", 1977.
- 4.— Alves Fonalo/Milligan Charles, "Living with energy". Ed. The Viking Press, New York, 1978.
- 5.— Skurka Norma/Naar Jon, "Design for a limited planet". Ed. Valentine Books, New York, 1976.
- 6.— Knowles, "Energy and form", Ed. Mit Press, 1974.
- 7.— Schubert Davis, "Alternative natural energy sources". Ed. Van Nostrand Reinhold, New York, 1974.
- 8.— García Chávez, J. Roberto, Víctor Fuentes Freixanet, Gilberto Hoyos, "Arquitectura bioclimática y energía solar". Ed. UAM-AZC. México, 1986.
- 9.— Castellanos, Alfonso, Margarita Escobedo, "La Energía solar en México". Ed. CECODES. México, 1980.
- 10.— García Noriega, Francisco, "El viento una alternativa energética". Tesis, UNAM, México, 1979.
- 11.— Soreur, M. M., "Developments in solar water heaters". Ed. Energy Convers, Mgmt. Vol. 25. No. 3 pp. 365-372. 6B, 1985.
- 12.— Muneer Tariq, "Effect of design parameters on performance of built-storage solar water heaters". Ed. Energy Convers, Mgmt. Vol. 25. No. 3 pp. 277-281, 1985.

- 13.— Nahar, N. M., "Year-round performance of an improved collector —CUM— storage type solar water heater". Ed. Energy Convers Mgmt. Vol. 23. No. 2, pp. 91-95. 6B, 1983.
- 14.— Garg, H. P., Rani Usha, "Theoretical and experimental studies on collector/storage type solar water heater". Ed. Solar Energy, Vol. 29. No. 6. pp. 467-478. 6B, 1982.
- 15.— Rajinder Singh Chauhan, "Performance of a collector —CUMA— storage type of solar water heater". Ed. Solar Energy. Vol. 18. pp. 327-335. 6B. 1976.
- 16.— Auram Bar-Cohem, "Thermal optimization of compact solar water heaters". Ed. Solar Energy. Vol. 20. pp. 193-196. 6B, 1978.

Fotomecánica e Impresión

**Coordinación de Servicios Universitarios UAM-A.
Talleres de CyAD**



Formato de Papeleta de Vencimiento

El usuario se obliga a devolver este libro en la fecha
señalada en el sello mas reciente

Código de barras.

2894597

FECHA DE DEVOLUCION

UAM
TJ812
G3.7

2894597
García Noriega Nieto, Fra
Diseño y fabricación de d



2894597

